

## TIRE PNEUMATICS MONITOR

**Patent number:** JP2001056263

**Publication date:** 2001-02-27

**Inventor:** KATO MICHIIYA; MOMOSE AKIRA

**Applicant:** PACIFIC IND CO LTD

**Classification:**

- **international:** G01L17/00; B60C23/02

- **european:**

**Application number:** JP19990230721 19990817

**Priority number(s):**

**Also published as:**

EP1077144 (A2)

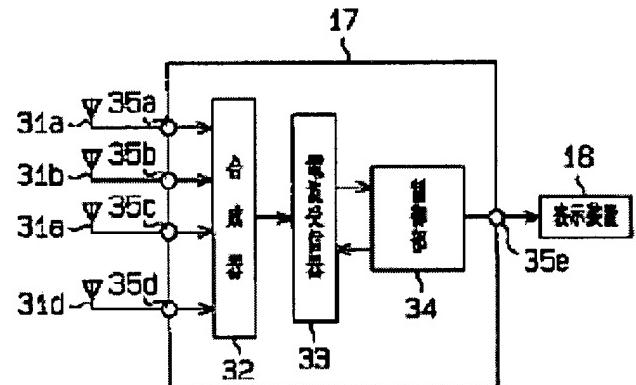
US6362733 (B1)

EP1077144 (A3)

### Abstract of JP2001056263

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a tire pneumatics monitor capable of receiving stably a signal transmitted from a transmission device.

**SOLUTION:** This tire pneumatics monitor is installed on each tire of an automobile, and is equipped with a transmission device for transmitting tire pneumatics signals of each tire outputted from air pressure sensors, a reception device 17 for receiving the tire pneumatics signals from the transmission device, and a display device 14 for informing a driver of the automobile of pneumatics states of each tire. In this case, plural reception antennas 31a-31d are provided in the reception device 17, and a synthesizer 32 for outputting selectively the maximum voltage among voltages induced in each reception antenna 31a-31d is installed. Therefore, the induced voltages of each reception antenna 31a-31d complement mutually and select reception of each reception antenna 31a-31d. Therefore, the signals transmitted from the transmission device can be received stably.



## TIRE PNEUMATICS MONITOR

Description of correspondent: EP1077144

### BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] The present invention relates to a tire inflation pressure monitor that informs a driver in a vehicle of the tire inflation pressure and the monitoring method.

[0002] A wireless tire inflation pressure monitor that notifies a driver of a vehicle of the tire inflation pressures is known. As shown in Fig. 8, a typical tire inflation pressure monitor 51 includes four transmitters 53 and a receiver 54. The transmitters 53 are respectively located in tires 52 and the receiver 54 is located in the body of the vehicle 50.

[0003] Each transmitter 53 measures the internal air pressure of the corresponding tire 52. Each transmitter also modulates signals to reflect data concerning the measured tire inflation pressure and transmits the signals from transmission antennas (not shown) by radio waves.

[0004] As shown in Fig. 7 and 8, the receiver 54 includes four reception antennas 56, which respectively correspond to the four transmitters 53. The receiver 54 also includes a reception circuit 57 and a controller 58. A display 55 is located in the passenger's compartment and is connected to the receiver 54.

[0005] The reception circuit 57 receives radio waves from the transmitters 53 through the reception antennas 56. The reception circuit 57 demodulates the radio waves, which reveals the pressure data, and sends the data to the controller 58. The controller 58 commands a display 55 to display information concerning tire inflation pressure based on the input data.

[0006] The reception antennas 56 induce voltage in accordance with the electric field intensity of the radio waves from the transmitters 53. When the voltage induced by the reception antennas 56 is greater than a predetermined value, the reception circuit 57 detects the induced voltage and processes the voltage signal to produce the necessary data. When the voltage induced by the reception antennas 56 is smaller than the predetermined value, the reception circuit 57 does not detect the induced voltage. In this way, if the voltage induced by the reception antennas 56 is not high enough to be detected by the reception circuit 57, the receiver 54 cannot receive data from the transmitters 53.

[0007] Since the transmitters 53 are installed in the tires 52, the position of each transmitter relative to the reception antenna 56 of the receiver 54 continuously varies when the vehicle 50 is running. The transmission antennas of the transmitters 53 and the reception antenna 56 of the receiver 54 each have directivity. Therefore, the electric field intensity of radio waves from the transmission antennas received at each reception antenna 56 continuously varies when the vehicle 50 is running. In other words, the voltage induced at each reception antenna 56 continuously varies and the reception circuit 57 may not detect the induced voltage. Therefore, the signal reception of the prior art receiver 54 is not stable.

### SUMMARY OF THE INVENTION

[0008] An objective of the present invention is to provide a tire inflation pressure monitor and a monitoring method that produce stable signal reception.

[0009] To achieve the above objective, the present invention provides a receiver for receiving radio waves that carry data representing a physical state. The radio waves are transmitted by a transmitter. The receiver includes a plurality of reception antennas that respectively induce voltage signals based on reception of the radio waves, a synthesizer for synthesizing the induced voltage signals into one voltage signal, and a processing device for processing the synthesized voltage signal to obtain the data.

[0010] The present invention also provides a tire inflation pressure monitor having a transmitter located in a vehicle tire for transmitting data concerning the inflation pressure of the tire by radio waves and a receiver for receiving the data from the transmitter. The receiver includes a plurality of reception antennas that respectively induce voltage signals based on reception of the radio waves, a synthesizer for synthesizing the induced voltage signals into a synthesized voltage signal, and a processing device for processing the synthesized voltage signal to obtain the data.

[0011] The present invention further provides a method including: transmitting data representing a physical state by radio waves; receiving the radio waves and inducing voltage signals with reception antennas, respectively; synthesizing the induced voltage signals into one voltage signal; and processing the synthesized voltage signal to obtain the data.

[0012] Other aspects and advantages of the invention will become apparent from the following description, taken in conjunction with the accompanying drawings, illustrating by way of example the principles of the invention.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0013] The invention, together with objects and advantages thereof, may best be understood by reference to the following description of the presently preferred embodiments together with the accompanying drawings in which:

Fig. 1 is a schematic block diagram of a tire inflation pressure monitor according to one embodiment of the present invention;  
Fig. 2 is a partial schematic side view of a vehicle showing a transmitter attached to a tire and a reception antenna attached to a fender;  
Fig. 3 is a block circuit diagram showing a transmitter of the monitor of Fig. 1;  
Fig. 4 is a block circuit diagram showing a receiver of the monitor of Fig. 1;  
Fig. 5 is a block circuit diagram of a synthesizer of the receiver of Fig. 4;  
Fig. 6(a) is a graph exemplifying the fluctuation of voltage induced by each reception antenna;  
Fig. 6(b) is a graph exemplifying the synthesized voltage signals that are respectively output from the first and second selection circuits of the synthesizer of Fig. 5;  
Fig. 6(c) is a graph exemplifying the synthesized voltage signal output from the third selection circuit of the synthesizer of Fig. 5;  
Fig. 7 is a block circuit diagram showing a prior art receiver; and  
Fig. 8 is a schematic block diagram showing a tire inflation pressure monitor in the prior art.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

[0014] A tire inflation pressure monitor according to one embodiment of the present invention will now be described with reference to Figs. 1-6(c).

[0015] As shown in Fig. 1, a tire inflation pressure monitor 12 includes four transmitters 15a-15d, one receiver 17, and a display 18. The transmitters 15a-15d are respectively located in four tires 13a-13d of a vehicle 11. The receiver 17 is located in a body of the vehicle 11. The display 18 is located in the passenger compartment. As shown in Fig. 2, each transmitter 15a-15d is fixed to a wheel 14 inside the corresponding tire 13a-13d. In Fig. 1, 13a is a right front tire, 13b is a left front tire, 13c is a left rear tire, and 13d is a right rear tire.

[0016] As shown in Fig. 3, each transmitter 15a-15d includes a pressure sensor 21, a transmission circuit 22, a power source 23, and a transmission antenna 24. The power source 23 is, for example, a lithium battery and supplies the pressure sensor 21 and the transmission circuit 22 with electricity. The transmission antenna 24 emits radio waves mainly in the radial direction of the corresponding tire 13a-13d. The pressure sensor 21 is connected to the transmission circuit 22, which is connected to the transmission antenna 24 through an output terminal 25.

[0017] The pressure sensor 21 detects the internal air pressure of the corresponding tire 13a-13d and sends a signal carrying information about the detected pressure to the transmission circuit 22. The signal sent to the transmission circuit may reflect the detected pressure or it may, or it may simply indicate whether the pressure is normal or not.

[0018] The transmission circuit 22 includes an internal memory (not shown), which stores a unique ID code. The ID code is used to distinguish the transmitters 15a-15d located in the vehicle 11 from one another. The transmission circuit 22 performs modulation to produce a signal that carries data representing the pressure information and the ID code and transmits the resulting modulated signal from the transmission antenna 24 by radio waves.

[0019] The transmission circuit 22 performs transmission at predetermined intervals. Each transmitter 15a-15d has a different transmission timing so that each transmitter 15a-15d performs transmission at a different time. Therefore, it is unlikely that two or more of the transmitters 15a-15d will simultaneously transmit radio waves. In other words, the receiver 17 receives a signal from each transmitter 15a-15d at a different time.

[0020] As shown in Fig. 1, the receiver 17 includes first to fourth reception antennas 31a-31d, which respectively correspond to the four tires 13a-13d. As shown in Fig. 4 the receiver 17 also includes a synthesizer 32, a reception circuit 33, and a controller 34. The reception antennas 31a-31d are respectively connected to the synthesizer 32 through input terminals 35a-35d of the receiver 17. The synthesizer 32 is connected to the reception circuit 33, which is connected to the controller 34. The controller 34 is connected to the display 18 through an output terminal 37.

[0021] As shown in Fig. 2, each reception antenna 31a-31d is an arcuate wire antenna, which extends along a corresponding fender 36. Each reception antenna 31a-31d induces voltage in accordance with the electric field intensity of radio waves from the corresponding transmitter 15a-15d and outputs the induced voltage to the synthesizer 32.

[0022] As shown in Fig. 5, the synthesizer 32 is an electric circuit that receives four signals and outputs one signal. The synthesizer 32 includes first to third selection circuits 41a-41c. The selection circuits 41a-41c respectively receive two signals and output one signal.

[0023] The first selection circuit 41a receives voltage signals from the first and second reception antennas 31a, 31b through the input terminals 35a, 35b. The second selection circuit 41b receives voltage signals from the third and fourth reception antennas 31c, 31d through the input terminals 35c, 35d. The third selection circuit 41c receives voltage signals from the first and second selection circuits 41a, 41b. The third selection circuit 41c outputs a voltage signal to the reception circuit 33.

[0024] The first selection circuit 41a includes first and second pi -type filter circuits 42a, 42b. The second selection circuit 41b includes first and second pi -type filter circuits 42c, 42d. The third selection circuit 41c includes first and second pi -type filter circuits 42e, 42f. Each pi -type filter circuit 42a-42f includes a coil 43 and two capacitors 44, which are connected to the ends of the associated coil 43. One end of each capacitor 44 is connected to an end of the associated coil 43 and the other end is grounded. One end of each coil 43 is an input end of the associated pi -type filter circuit 42a-42f and the other end is an output end of each pi -type filter circuit 42a-42f.

[0025] In the first selection circuit 41a, the input end of the first pi -type filter circuit 42a is connected to the first reception antenna 31a through an input terminal 35a, and the input end of the second pi -type filter circuit 42b is connected to the second reception antenna 31b through an input terminal 35b. In the second selection circuit 41b, the first pi -type filter circuit 42c is connected to the third reception antenna 31c through an input terminal 35c, and the second pi -type filter circuit 42d is connected to the fourth reception antenna 31d through an input terminal 35d.

[0026] The output ends of the pi -type filter circuits 42a, 42b of the first selection circuit 41a are connected at a first node 45. The input end of the first pi -type filter circuit 42e of the third selection circuit 41c is connected to the first node 45. The output ends of the pi -type filter circuits 42c, 42d of the second selection circuit 41b are connected at a second node 46. The input end of the second pi -type filter circuit 42f of the third selection circuit 41c is connected to the second node 46. The output ends of the pi -type filter circuits 42e, 42f of the third selection circuit 41c are connected at a third node 47. The reception circuit 33 is connected to the third node 47.

[0027] The input and output impedances of each selection circuit 41a-41c are adjusted such that each selection circuit 41a-41c selectively outputs the higher of the two voltage signals that are simultaneously input.

[0028] The first selection circuit 41a synthesizes two voltage signals into one voltage signal and outputs the signal to the first pi -type filter circuit 42e of the third selection circuit 41c. The two voltage signals synthesized by the first selection circuit 41a are the voltage signal that is input to the first pi -type filter circuit 42a from the first reception antenna 31a and the voltage signal that is input to the second pi -type filter circuit 42b from the second reception antenna 31b. The second selection circuit 41b synthesizes two voltage signals into one voltage signal and outputs

the signal to the second pi -type filter circuit 42f of the third selection circuit 41c. The two voltage signals synthesized by the second selection circuit 41b are the voltage signal that is input to the first pi -type filter circuit 42c from the third reception antenna 31c and the voltage signal that is input to the second pi -type filter circuit 42d from the fourth reception antenna 31d. The third selection circuit 41c synthesizes two voltage signals into one voltage signal and outputs the signal to the reception circuit 33. The two voltage signals synthesized by the third selection circuit 41c are the voltage signal that is input to the first pi -type filter circuit 42e and the voltage signal that is input to the second pi -type filter circuit 42f.

[0029] In this way, the synthesizer 32 synthesizes the voltage signals respectively input from the four reception antennas 31a-31d into one voltage signal and outputs the signal. In other words, the synthesizer 32 selectively outputs only the highest voltage signal of the voltage signals that are simultaneously input from the four reception antennas 31a-31d.

[0030] The reception circuit 33 shown in Fig. 4 includes various circuits including an amplifier circuit and a demodulation circuit, though they are not shown. The reception circuit 33 amplifies and demodulates the voltage signal input from the synthesizer 32 and outputs the signal to the controller 34. The reception circuit 33 and the controller 34 function as a processing device that processes the synthesized voltage signals from the synthesizer 32.

[0031] When the level of a voltage signal from the synthesizer 32 is greater than a predetermined level, the reception circuit 33 detects and processes the voltage signal. When the level of a voltage signal from the synthesizer 32 is smaller than a predetermined level, the reception circuit 33 does not detect and process the voltage signal. In this way, if the level of a voltage signal from the synthesizer 32 is not high enough to be detected by the reception circuit 33, the reception circuit 33 is not able to process the voltage signal from the synthesizer 32. As a result, the receiver 17 cannot receive data from the transmitters 15a-15d.

[0032] The controller 34 shown in Fig. 4 includes a CPU (central processing unit) and a memory. The CPU controls the entire operation of the receiver 17. Various information including a control program are stored in the memory in advance. The ID codes of the transmitters 15a-15d of the tires 13a-13d are initially registered in the memory.

[0033] The controller 34 determines necessary data including the pressure data and the ID codes from the signal from the reception circuit 33. The controller 34 judges whether the tire inflation pressures of the tires 13a-13d corresponding to the transmitters 15a-15d are normal or not, based on the determined data.

[0034] The controller 34 commands the display 18 to display information concerning tire inflation pressure and other necessary information. When there is an abnormality in the tire inflation pressures, the display 18 warns of the abnormality. The display 18 may display information with letters or include light emitting diodes that respectively correspond to the tires 13a-13d. If the display 18 includes light emitting diodes, it warns of the abnormality of tire inflation pressure by turning on, turning off, or blinking the light emitting diodes.

[0035] The operation of the illustrated tire inflation pressure monitor will now be described. Monitoring of the tire inflation pressure of the right front tire 13a will be representatively described.

[0036] When the vehicle 11 is running, or when the tire 13a is rotating, the transmitter 15a in the tire 13a transmits radio waves at regular intervals. The first to fourth reception antennas 31a-31d respectively receive radio waves from the transmitter 15a. Each reception antenna 31a-31d induces voltage in accordance with the electric field intensity of the received radio waves.

[0037] As shown in Fig. 1, the distance from the transmitter 15a of the tire 13a increases in the order of the first reception antenna 31a, the second reception antenna 31b, the fourth reception antenna 31d, and the third reception antenna 31c. Generally, the electric field intensity of radio waves is reduced as the distance from a transmitter increases. Therefore, if the distance from the transmitter 15a is the only factor that is taken into consideration, the voltage induced by each reception antenna 31a-31d based on the radio waves from the transmitter 15a decreases basically in the order of the first reception antenna 31a, the second reception antenna 31b, the fourth reception antenna 31d, and the third reception antenna 31c.

[0038] As the tire 13a rotates, the direction of radio wave emission from the transmission antenna 24 of the transmitter 15a continuously varies. The transmission antenna 24 and the reception antennas 31a-31d each have directivity. Therefore, the electric field intensity of radio waves from the transmitter 15a received at each reception antenna 31a-31d continuously varies. In other words, the voltage induced at each reception antenna 31a-31d

continuously varies.

[0039] Fig. 6(a) is a graph exemplifying the fluctuations of the voltages  $V_a$ - $V_d$  induced at the reception antennas 31a-31d relative to the rotation angle of the tire 13a. The induced voltages  $V_a$ - $V_d$  are generated based on the radio waves from the transmitter 15a of the tire 13a. The horizontal axis represents the rotation angle of the tire 13a. The rotation angle corresponds to the angular position of the transmitter 15a shown in Fig. 2. The vertical axis of Fig. 6(a) represents the threshold  $V_o$ , which represents a minimum level of voltage from the synthesizer 32 that can be detected by the reception circuit 33. The reception circuit 33 is not able to detect voltage signals lower than the threshold  $V_o$ .

[0040] As shown in Fig. 6(a), the voltage  $V_a$  that is induced at the first reception antenna 31a, which is located closest to the transmitter 15a, may become smaller not only with respect to the voltages  $V_b$ ,  $V_c$  that are induced at the other antennas 31b, 31c but also with respect to the threshold  $V_o$ , depending on the rotation angle of the tire 13a, or the angular position of the transmitter 15a.

[0041] The first and second reception antennas 31a, 31b respectively apply induced voltages  $V_a$ ,  $V_b$  to the first selection circuit 41a of the synthesizer 32. The third and fourth reception antenna 31c, 31d respectively apply induced voltages  $V_c$ ,  $V_d$  to the second selection circuit 41b of the synthesizer 32.

[0042] The first selection circuit 41a selects the higher voltage of the induced voltages  $V_a$ ,  $V_b$  that are simultaneously received and applies the selected voltage to the third selection circuit 41c as a synthesized voltage signal  $V_{ab}$ . The second selection circuit 41b selects the higher of the induced voltages  $V_c$ ,  $V_d$  that are simultaneously applied and applies the selected voltage to the third selection circuit 41c as a synthesized voltage signal  $V_{cd}$ . Fig. 6(b) is a graph exemplifying the synthesized voltage signals  $V_{ab}$ ,  $V_{cd}$  corresponding to Fig. 6(a).

[0043] The third selection circuit 41c selects the higher of the synthesized voltage signals  $V_{ab}$ ,  $V_{cd}$  that are simultaneously applied and applies the selected voltage to the reception circuit 33 as a final synthesized voltage signal  $V_{abcd}$ . Fig. 6(c) is a graph exemplifying the final synthesized voltage signal  $V_{abcd}$  corresponding to Fig. 6(b).

[0044] Suppose that the transmitter 15a transmits radio waves when the rotation angle of the tire 13a is about eighty to one hundred degrees or two hundred ninety to three hundred degrees. The induced voltage  $V_a$  at the first reception antenna 31a at this time is lower than the threshold  $V_o$  as shown in Fig. 6(a). However, as shown in Figs. 6(a)-6(c), the induced voltage  $V_b$  of the second reception antenna 31b, that is, the highest induced voltage  $V_d$  of the four induced voltages  $V_a$ - $V_d$ , is output to the reception circuit 33 as a final synthesized voltage signal  $V_{abcd}$ . The induced voltage  $V_b$  is higher than the threshold  $V_o$  when the rotation angle of the tire 13a is about eighty to one hundred degrees or two hundred ninety to three hundred degrees. This enables the reception circuit 33 to detect a voltage signal from the synthesizer 32 without fail.

[0045] As illustrated, the final synthesized voltage signal  $V_{abcd}$  input in the reception circuit 33 is higher than the threshold  $V_o$  regardless of the rotation angle of the tire 13a. Therefore, the reception circuit 33 is able to detect a voltage signal based on radio waves from the transmitter 15a through the synthesizer 32 regardless of the rotation angle of the tire 13a.

[0046] Likewise, when radio waves are transmitted from one of the other transmitters 15b-15d of the tires 13b-13d, the highest of the voltage signals that are respectively induced at the four reception antennas 31a-31d is applied to the reception circuit 33 through the synthesizer 32. The voltage signal applied to the reception circuit 33, that is, the final synthesized voltage signal  $V_{abcd}$ , is higher than the threshold  $V_o$  regardless of the rotation angle of the tires 13b-13d in the manner of the final synthesized voltage signal  $V_{abcd}$  exemplified in Fig. 6(c). Therefore, the reception circuit 33 detects a voltage signal from each of the transmitters 15b-15d through the synthesizer without fail.

[0047] As a result, the reception by the receiver 17 of signals from all the transmitters 15a-15d is stable. Also, there is no need to increase the number of reception antennas to improve the performance of the receiver 17, which simplifies the structure of the monitor and reduces costs.

[0048] The synthesizer 32 includes the three selection circuits 41a-41c to select a highest signal of the four input signals through several steps. Each selection circuit 41a-41c receives two signals and outputs one signal. Each selection circuit 41a-41c simply selects the higher signal of the two input signals. This manner of selecting the highest signal is preferred over selecting one signal of four input signals in one step.

[0049] Each selection circuit 41a-41c includes two pi -type filter circuits 42a-42f. Each pi -type filter circuit 42a-42f

includes only three impedance elements, which include one coil 43 and two capacitors 44. Accordingly, each selection circuit 41a-41c is simple. This reduces the manufacturing costs and the size of the synthesizer.

[0050] The illustrated embodiment may further be varied as follows.

[0051] Other types of synthesizers may be employed as long as it receives a plurality of signals and outputs one signal.

[0052] The synthesizer 32 of Fig. 5 selects a highest signal from a plurality of input signals. The synthesizer 32 may be replaced by a type of circuit that generates a synthesized signal that is the same as the highest among the input signals, by adding the voltages of the simultaneously input signals.

[0053] The filter circuits 42a-42f may be other types of circuits, such as, L-type, K-type, or T-type circuits.

[0054] When each reception antenna 31a-31d induces a voltage based on the radio waves from the transmitter 15a of the right front tire 13a, the first and second selection circuits 41a, 41b output the synthesized voltage signals Vab, Vcd, which are each higher than the threshold Vo as shown in Fig. 6(b). Accordingly, it is presumed that when each reception antenna 31a-31d induces a voltage based on the radio waves from the transmitter 15b of the left front tire 13b, the first and second selection circuits 41a, 41b produce synthesized voltage signals Vab, Vcd that are substantially at the same level as the synthesized voltage signals Vab, Vcd shown in Fig. 6(b).

[0055] Also, it is presumed that when each reception antenna 31a-31d induces a voltage based on the radio waves from the transmitter 15c or 15d of the left rear tire 13c or right rear tire 13d, the first selection circuit 41a produces the synthesized voltage signal Vab, which is substantially at the same level as the synthesized voltage signals Vcd shown in Fig. 6(b), and the second selection circuit 41b outputs the synthesized voltage signal Vcd, which is substantially at the same level as the synthesized voltage signal Vab shown in Fig. 6(b).

[0056] Therefore, it is presumed that if any one of the transmitters 15a-15d transmits radio waves, the synthesized voltage signals Vab, Vcd that are respectively output from the first and second selection circuits 41a, 41b are always higher than the threshold Vo. Therefore, the third and fourth reception antennas 31c, 31d or the first and second reception antennas 31a, 31b may be omitted. Reducing the number of reception antennas simplifies the synthesizer 32 and reduces the number of the selection circuits. Further, the wiring for the reception antennas is simplified.

[0057] If, for example, two of the reception antennas are omitted, the remaining reception antennas are arranged near the center of the vehicle between the front tires 13a, 13b and the rear tires 13c, 13d. In this way, if any of the transmitters 15a-15d transmits radio waves, the level of the voltage signal that is finally input to the reception circuit 33 does not greatly fluctuate.

[0058] Accordingly, the number of reception antennas does not have to correspond to the number of transmitters. The number and location of the reception antennas are determined in accordance with various conditions, which include vehicle size and the communication environment.

[0059] An alarm device that warns of the abnormality of tire inflation pressure by sound may be provided.

[0060] The tire inflation pressure monitor of the present invention may be applied to other vehicles such as trucks having more than four wheels and motor bikes having two wheels.

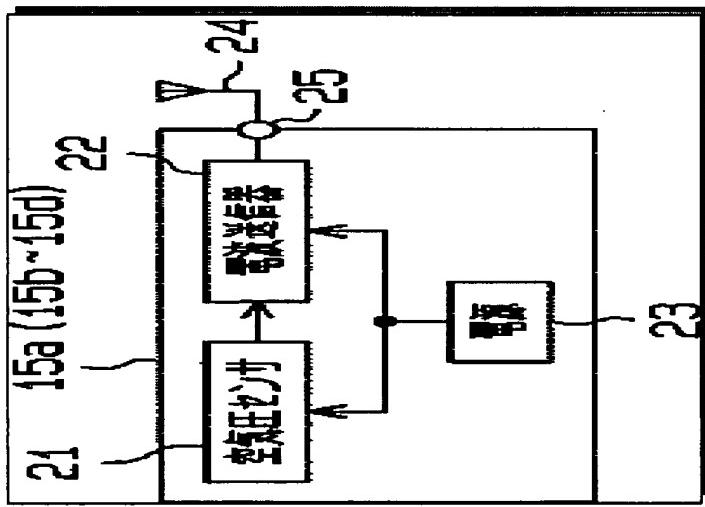
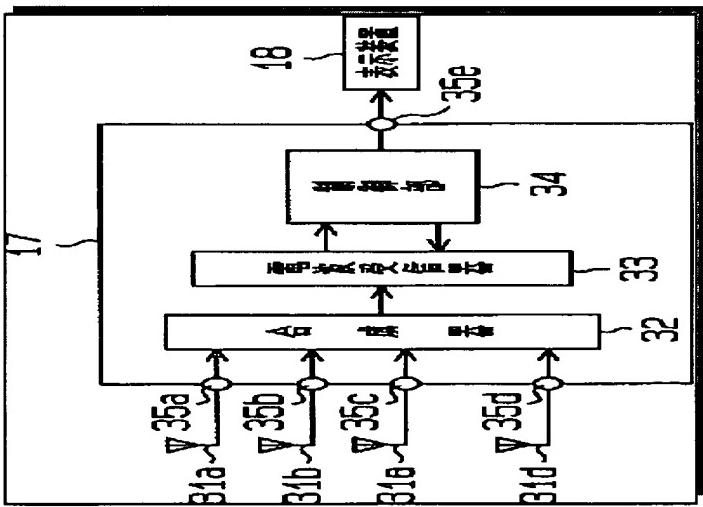
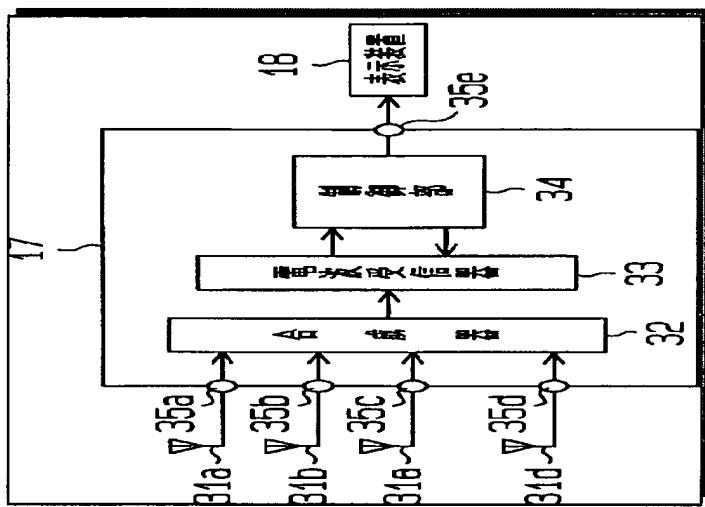
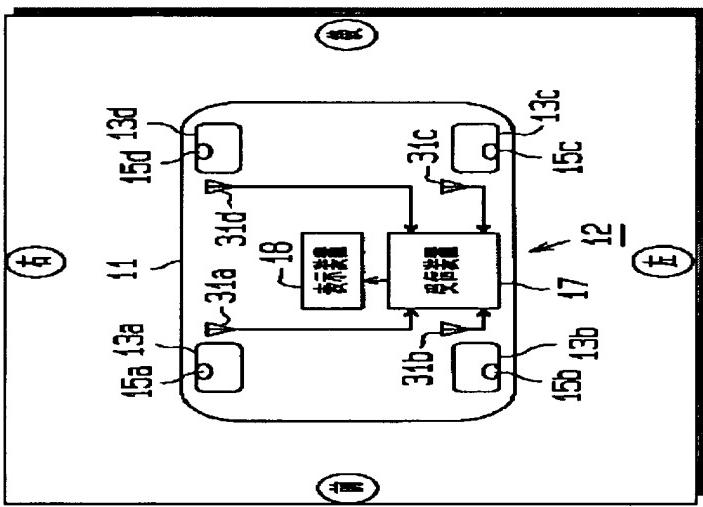
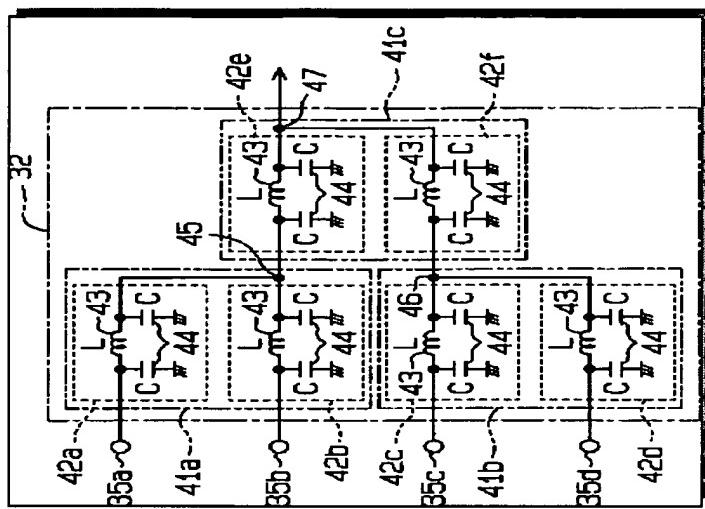
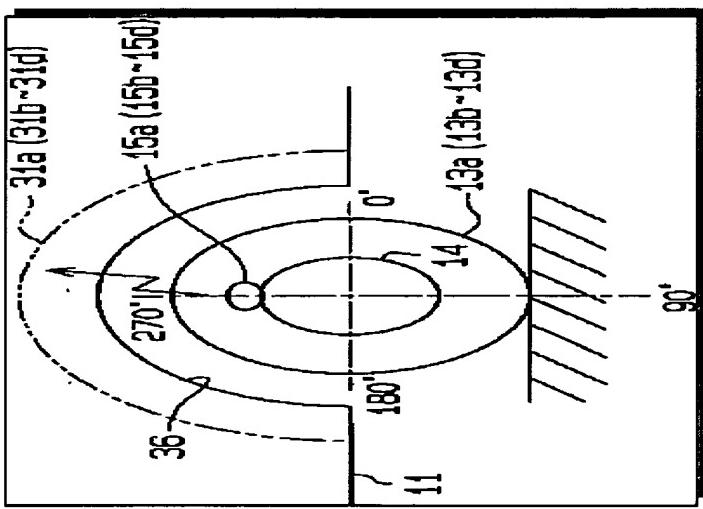
[0061] The present examples and embodiments are to be considered as illustrative and not restrictive and the invention is not to be limited to the details given herein, but may be modified within the scope and equivalence of the appended claims.

## TIRE PNEUMATICS MONITOR

Claims of correspondent: EP1077144

1. A receiver (17) for receiving radio waves that carry data representing a physical state, the radio waves being transmitted by a transmitter (15a-15d), the receiver comprising a plurality of reception antennas (31a-31d) that respectively induce voltage signals based on reception of the radio waves, characterized by:
  - a synthesizer (32) for synthesizing the induced voltage signals into one voltage signal; and a processing device (33, 34) for processing the synthesized voltage signal to obtain the data.
2. The receiver (17) according to claim 1 characterized in that the synthesizer (32) selects the highest level signal of the induced voltage signals.
3. The receiver (17) according to claim 2 characterized in that the synthesizer (32) selects and outputs the highest level signal in steps.
4. The receiver (17) according to claim 3 characterized in that the synthesizer (32) includes a plurality of selection circuits (41a-41c), each selection circuit (41a-41c) receives a plurality of signals and outputs one signal.
5. The receiver (17) according to claim 4 characterized in that each selection circuit (41a-41c) selects the higher of two input signals.
6. The receiver (17) according to claim 4 or 5 characterized in that each selection circuit (41a-41c) includes a plurality of filter circuits (42a-42f).
7. A tire inflation pressure monitor including the receiver (17) according to any one of claims 1-6 and the transmitter (15a-15d), the monitor characterized in that the transmitter (15a-15d) is located in a vehicle tire (13a-13d) to transmit the data concerning the tire inflation pressure.
8. A method characterized by:

transmitting data representing a physical state by radio waves;  
receiving the radio waves and inducing voltage signals with reception antennas (31a-31d), respectively;  
synthesizing the induced voltage signals into one voltage signal; and  
processing the synthesized voltage signal to obtain the data.
9. The method according to claim 8 characterized in that the synthesizing includes selecting and outputting the highest level voltage signal from the induced voltage signals.
10. The method according to claim 8 characterized in that the synthesizing includes selecting and outputting the highest level voltage signal from the induced voltage signals in a stepwise manner.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-56263

(P2001-56263A)

(43)公開日 平成13年2月27日(2001.2.27)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 L 17/00  
B 6 0 C 23/02

識別記号

F I  
G 0 1 L 17/00  
B 6 0 C 23/02

テマコト<sup>\*</sup>(参考)  
D 2 F 0 5 5  
B  
L

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平11-230721

(22)出願日 平成11年8月17日(1999.8.17)

(71)出願人 000204033

太平洋工業株式会社  
岐阜県大垣市久徳町100番地

(72)発明者 加藤 道哉  
岐阜県大垣市久徳町100番地 太平洋工業  
株式会社内

(72)発明者 桃瀬 彰  
岐阜県大垣市久徳町100番地 太平洋工業  
株式会社内

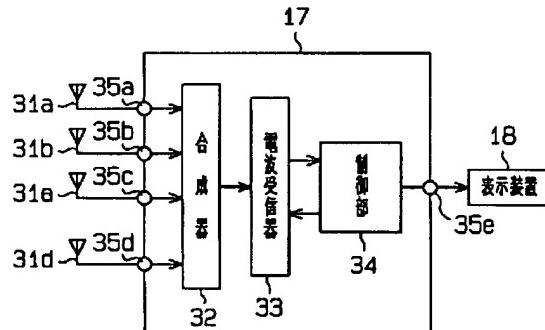
Fターム(参考) 2F055 AA12 BB20 CC14 DD20 EE40  
FF31 FF34 GG31

(54)【発明の名称】 タイヤ空気圧監視装置

(57)【要約】

【課題】送信装置から送信された信号を安定して受信することができるタイヤ空気圧監視装置を提供する。

【解決手段】自動車の各タイヤに設けられると共に、空気圧センサから出力された各タイヤ毎のタイヤ空気圧信号を送信する送信装置と、前記送信装置からのタイヤ空気圧信号を受信する受信装置17と、各タイヤの空気圧状態を自動車の運転者に報知する表示装置14とを備えたタイヤ空気圧監視装置において、前記受信装置17には複数の受信アンテナ31a～31dを備えると共に、各受信アンテナ31a～31dに誘起された電圧のうち最大電圧を選択的に出力する合成器32を設けた。このため、各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧は互いに補完し合い、各受信アンテナ31a～31dの受信を選択する。従って、送信装置から送信された信号を安定して受信することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両(11)のタイヤ(13a～13d)に設けられると共に、同タイヤ(13a～13d)の空気圧状態を検知し、タイヤ空気圧信号を出力する圧力検出手段(21)と、  
前記圧力検出手段(21)と共にタイヤ(13a～13d)に設けられ、前記圧力検出手段(21)から出力されたタイヤ空気圧信号を送信する送信手段(15a～15d)と、  
前記送信手段(15a～15d)から送信されたタイヤ空気圧信号を複数の受信アンテナ(31a～31d)を介して受信し、所定の表示制御信号を出力する受信手段(17)と、  
前記受信手段(17)から出力された表示制御信号に基づいて、タイヤ(13a～13d)の空気圧状態を表示する表示手段(18)とを備えたタイヤ空気圧監視装置(12)において、  
前記受信手段(17)には、タイヤ空気圧信号を受信したとき各受信アンテナ(31a～31d)に誘起される電圧を合成することにより誘起電圧を選択検出する誘起電圧選択検出手段(32)を備えたタイヤ空気圧監視装置。

【請求項2】 前記誘起電圧選択検出手段(32)は、各受信アンテナ(31a～31d)に誘起された電圧のうち最大電圧を出力する誘起電圧合成手段(32)である請求項1に記載のタイヤ空気圧監視装置。

【請求項3】 前記誘起電圧合成手段(32)は、入力された複数の誘起電圧のうち大きい方の電圧を選択的に出力する複数入力1出力の合成回路(41a～41c)を複数組み合わせることにより構成した請求項2に記載のタイヤ空気圧監視装置。

【請求項4】 前記各合成回路(41a～41c)はそれぞれ複数のフィルタ回路(42a～42f)を組み合わせることにより構成した請求項3に記載のタイヤ空気圧監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、タイヤ空気圧情報を車内の運転者に報知するタイヤ空気圧監視装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、この種のタイヤ空気圧監視装置としては、図8に示すようなものが知られている。即ち、自動車50のタイヤ空気圧監視装置51は、各タイヤ52毎に設けられた送信装置53、車体側に設けられた受信装置54、及び表示装置55を備えている。前記送信装置53はタイヤ52の空気圧を検知する圧力センサ(図示略)を備えている。また、図7に示すように、前記受信装置54は複数の受信アンテナ56、電波受信器57及び制御部58を備えている。

【0003】前記圧力センサから出力されたタイヤ空気圧信号は変調され、送信アンテナ(図示略)を介して送信される。このタイヤ空気圧信号を含む電波は各受信アンテナ56を介して受信され、電波受信器57に内蔵された復調増幅、検波及びその他の回路(図示略)を介して制御部58に伝送される。前記制御部58は入力されたタイヤ空気圧信号に基づいて所定の表示制御信号を表示装置55に出力する。表示装置55は制御部58から出力された表示制御信号に基づいてタイヤ空気圧情報、即ち各タイヤ52の空気圧が正常か否かを表示する。尚、各受信アンテナ56がタイヤ空気圧信号を受信すると、同各受信アンテナ56には送信装置53の送信アンテナからの放射電磁界の強さに応じた電圧が誘起される。この受信アンテナ56の誘起電圧が受信装置54の感度電圧よりも高ければ、同受信装置54は送信装置53から送信された電波を受信可能となる。また、受信アンテナ56の誘起電圧が受信装置54の感度電圧よりも低ければ、同受信装置54は送信装置53から送信された電波を受信不能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記従来のタイヤ空気圧監視装置51においては、送信装置53が各タイヤ52に固定されている。このため、タイヤ52の回転に伴って送信装置53の送信アンテナと受信装置54の受信アンテナ56との相対的な位置が時事刻々と変化する。各送信アンテナにはそれぞれ独自の指向性、即ち放射電磁界の強い方向と弱い方向とがあるため、各受信アンテナ56の誘起電圧は各タイヤ52が1回転する毎に強弱を持って変動を繰り返す。従って、従来の受信装置54では電波を安定して受信することが困難であった。

【0005】本発明は前記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、送信装置から送信された信号を安定して受信することができるタイヤ空気圧監視装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、車両のタイヤに設けられると共に、同タイヤの空気圧状態を検知し、タイヤ空気圧信号を出力する圧力検出手段と、前記圧力検出手段と共にタイヤに設けられ、前記圧力検出手段から出力されたタイヤ空気圧信号を送信する送信手段と、前記送信手段から送信されたタイヤ空気圧信号を複数の受信アンテナを介して受信し、所定の表示制御信号を出力する受信手段と、前記受信手段から出力された表示制御信号に基づいて、タイヤの空気圧状態を表示する表示手段とを備えたタイヤ空気圧監視装置において、前記受信手段には、タイヤ空気圧信号を受信したとき各受信アンテナに誘起される電圧を合成することにより誘起電圧を選択検出する誘起電圧選択検出手段を備えたことをその要旨とする。請求項2に記載の発明

は、請求項1に記載の発明において、前記誘起電圧選択検出手段は、各受信アンテナに誘起された電圧のうち最大電圧を出力する誘起電圧合成手段であることをその要旨とする。請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記誘起電圧合成手段は、入力された2つの誘起電圧のうち大きい方の電圧を選択的に出力する2入力1出力の合成回路を複数組み合わせることにより構成したことをその要旨とする。請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、前記各合成回路はそれぞれ複数のフィルタ回路を組み合わせることにより構成したことをその要旨とする。

【0007】(作用)従って、請求項1に記載の発明では、タイヤ空気圧信号を受信したとき各受信アンテナに誘起される電圧は誘起電圧選択検出手段により合成され、この結果、誘起電圧が選択される。このため、受信手段の受信レベルが向上し、送信手段から送信された微弱なタイヤ空気圧信号を受信しやすくなる。請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明の作用に加えて、各受信アンテナに誘起された電圧は、誘起電圧合成手段により各受信アンテナの誘起電圧のうち最大電圧が選択的に出力される。即ち、各受信アンテナの誘起電圧は互いに補完し合う。

【0008】請求項3に記載の発明では、請求項2に記載の発明の効果に加えて、前記誘起電圧合成手段は、入力された2つの誘起電圧のうち大きい方の電圧を選択的に出力する2入力1出力の合成回路が複数組み合わせられることにより構成される。例えば2つの合成回路を並列に配置し、両合成回路の出力側を別の合成回路の入力側にそれぞれ接続すれば、4入力1出力の合成回路が構成される。このため、前記誘起電圧合成手段に入力された複数の誘起電圧は順次2つずつ補完し合い、最終的に1つの誘起電圧が出力される。即ち、複数の誘起電圧がそれぞれ1対1で順番に比較合成される。請求項4に記載の発明では、請求項3に記載の発明の効果に加えて、前記各合成回路はそれぞれ複数のフィルタ回路が組み合われされることにより構成される。一般に、フィルタ回路は数個のインピーダンス素子のみで構成されることが多い。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明をタイヤ空気圧監視装置に具体化した一実施形態を図1～図6に従って説明する。図1及び図2に示すように、車両としての自動車11に搭載されたタイヤ空気圧監視装置12は、各タイヤ13a～13dのホイールリム14にそれぞれ固定された送信手段としての送信装置15a～15d、車体に設けられた受信手段としての受信装置17、及び車室内に設けられた表示手段としての表示装置18を備えている。

【0010】図3に示すように、各送信装置15a～15dはそれぞれ圧力検出手段としての空気圧センサ2

1、電波送信器22、両者21、22に電力を供給するリチウム電池等の電源23、及び送信アンテナ24を備えている。各送信装置15a～15dの各送信アンテナ24の指向性はそれぞれタイヤ13a～13dの外周方向とされている。前記空気圧センサ21は電波送信器22に接続されており、同電波送信器22は接続端子25を介して送信アンテナ24に接続されている。

【0011】前記各空気圧センサ21はタイヤ13a～13dの空気圧を検知し、各タイヤ13a～13dの空気圧がそれぞれ予め設定された所定圧力以内の場合は正常、所定圧力以外の場合は異常の旨のタイヤ空気圧信号を前記電波送信器22に出力する。前記電波送信器22は空気圧センサ21から入力されたタイヤ空気圧信号を変調し、これを電波の流れに乗せて送信アンテナ24を介して送信する。

【0012】各送信装置15a～15dの電波送信器22に内蔵されたメモリ(図示略)にはそれぞれ固有の送信器コードが予め記憶されており、各送信器コードはタイヤ空気圧信号と共に送信される。空気圧信号に各送信器コードを添付して送信することにより、後述の受信装置17側において、送信されてきたタイヤ空気圧信号が各タイヤ13a～13dのいずれにかかる信号かを判断可能となる。

【0013】各送信装置15a～15dの電波送信器22は、それぞれ所定時間間隔毎に電波を送信するよう構成されている。また、各電波送信器22の電波送信タイミングはそれぞれ所定時間づつずらされている。このため、各電波送信器22は同時に電波を送信することができない。即ち、後述の受信装置17には各タイヤ13a～13dの空気圧信号がそれぞれ個別に受信される。

【0014】図4に示すように、受信装置17は複数の受信アンテナ31a～31d、誘起電圧合成手段及び誘起電圧選択検出手段としての合成器32、電波受信器33及び制御部34を備えている。各受信アンテナ31a～31dはそれぞれ接続端子35a～35dを介して合成器32に接続されており、同合成器32は電波受信器33に接続されている。電波受信器33は制御部34に接続されており、同制御部34は接続端子35eを介して前記表示装置18に接続されている。

【0015】図2に示すように、前記各受信アンテナ31a～31dはワイヤ状に形成されており、自動車11のフェンダ36内部に円弧状に配設されている。各受信アンテナ31a～31dはそれぞれ前記各送信アンテナ24から送信されてきた電波を受信し、この受信電波を前記合成器32に伝送する。各受信アンテナ31a～31dには受信した電波の放射電磁界強度に応じた電圧が誘起される。図5に示すように、合成器32は複数の2入力1出力の合成回路41a～41cから構成された4入力1出力の合成回路である。即ち、両合成回路41a、41bは互いに並列に配置されると共に、両合成回

路41a, 41bの出力側は合成回路41cの入力側にそれぞれ接続されている。

【0016】各合成回路41a～41cはそれぞれ一对のπ型フィルタ回路42a, 42b, 42c, 42d及び42e, 42fから構成されている。各π型フィルタ回路42a～42fはそれぞれ1つのコイル43及び2つのコンデンサ44から構成されている。コイル43の両端には両コンデンサ44の一端がそれぞれ接続されており、両コンデンサ44の他端はそれぞれ接地されている。

【0017】π型フィルタ回路42a～42dの一端(コイル43の一端)はそれぞれ前記接続端子35a～35dを介して各受信アンテナ31a～31dに接続されている。π型フィルタ回路42a, 42bの他端はそれぞれ接続点45を介してπ型フィルタ回路42eの一端に接続されている。π型フィルタ回路42c, 42dの他端はそれぞれ接続点46を介してπ型フィルタ回路42fの一端に接続されている。π型フィルタ回路42e, 42fの他端はそれぞれ接続点47を介して前記電波受信器33に接続されている。

【0018】前記合成回路41a～41cは、それぞれの入力側から入力された2つの誘起電圧のうち大きい方の電圧が選択的に出力側から出力されるように、入力側及び出力側のインピーダンスの整合が図られている。即ち、受信アンテナ31a, 31bの誘起電圧はそれぞれπ型フィルタ回路42a, 42bを通過することによって1つの誘起電圧に合成され、この誘起電圧はπ型フィルタ回路42eに出力される。同様に、受信アンテナ31c, 31dの誘起電圧はそれぞれπ型フィルタ回路42c, 42dを通過することによって1つの誘起電圧に合成され、この誘起電圧はπ型フィルタ回路42fに出力される。

【0019】両π型フィルタ回路42e, 42fに入力した2つの合成誘起電圧は両π型フィルタ回路42e, 42fを通過することによってさらに1つの誘起電圧に合成され、この誘起電圧は前記電波受信器33に出力される。即ち、各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧は合成器32を通過することにより、4つの誘起電圧のうちの最大値が選択的に出力される。言い換えれば、合成器32に入力された4つの誘起電圧は1つの誘起電圧に合成されて出力される。

【0020】このように、本実施形態において、「合成」とは、合成器32に入力された複数の誘起電圧のうち最大値の電圧を選択的に出力することをいう。前記電波受信器33は、增幅回路、復調回路及びその他の回路(図示略)を備えている。電波受信器33は、後述の制御部34から出力された動作制御信号に基づいて動作する。

【0021】前記制御部34は、中央処理演算装置(以下、「CPU」という。)及びメモリ(図示略)を備え

ている。メモリには各送信装置15a～15d毎に設定された送信器コード等の各種データ及びプログラムが予め記憶されている。制御部34はメモリに記憶された各種データ及びプログラム等に基づいて表示装置18の表示制御等の各種の処理を行う。即ち、制御部34は入力されたタイヤ空気圧信号に基づいて前記表示装置18に各タイヤ13a～13dの空気圧が正常か否かの表示制御信号を出力する。

【0022】前記表示装置18は各タイヤ13a～13dそれぞれに対応した複数の発光ダイオード(図示略)を備えている。各発光ダイオードは制御部34から入力された表示制御信号に基づいて点灯又は消灯する。次に、前述のように構成されたタイヤ空気圧監視装置12の作用を説明する。尚、本実施形態においては、前記タイヤ13aの空気圧を監視する場合の作用について代表的に説明する。

【0023】自動車11の運転中、即ちタイヤ13aが回転している状態において、同タイヤ13aの送信装置15aから送信されたタイヤ空気圧信号及び送信器コードを含んだ電波は、各受信アンテナ31a～31dのそれぞれに受信される。各受信アンテナ31a～31dには、それぞれ受信した電波の放射電磁界強度に応じた電圧が誘起される。

【0024】図1に示すように、タイヤ13aの送信アンテナ24と各受信アンテナ31a～31dとの間の距離は、受信アンテナ31a, 31b, 31d, 31cの順に短くなっている。一般に、電波の放射電磁界強度は送信アンテナ24から離れるほど弱くなる。このため、各受信アンテナ31a～31dがタイヤ13aの送信装置15aから送信された電波を受信した場合、各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧は、受信アンテナ31a, 31b, 31d, 31cの順に大きくなる。

【0025】そして、前記タイヤ13aが1回転すると、これに伴って各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧は図6に示すように変動する。これは、前述したように送信装置15aの送信アンテナ24がタイヤ13aと一緒に回転し、送信アンテナ24における放射電磁界強度の最も大きくなる方向が変動するためである。尚、前記タイヤ13aが連続的に回転した場合、各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧Va～Vdの波形は、ほぼ図6に示す波形を連続的に繋ぎ合わせたものとなる。また、図6における各タイヤ13a～13dの回転角度は、図2に示す各送信装置15a～15dの回転角度位置に対応している。

【0026】各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧Va～Vdが図6に示す電波受信器33の感度以上の場合、同電波受信器33は電波送信器22から出力された電波の受信が可能となる。各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧Va～Vdが図6に示す電波受信器33の感度未満の場合、同電波受信器33は電波送信器22か

ら出力された電波の受信が不能となる。(Vab合成)  
【0027】次に、各受信アンテナ31a～31dの誘起電圧V<sub>a</sub>～V<sub>d</sub>は、それぞれ接続端子35a～35dを介して各π型フィルタ回路42a～42dに入力される。両π型フィルタ回路42a, 42bに入力された誘起電圧V<sub>a</sub>, V<sub>b</sub>はそれぞれ両π型フィルタ回路42a, 42bを通過することにより1つの誘起電圧V<sub>ab</sub>に合成される。この誘起電圧V<sub>ab</sub>は前記接続点45を介してπ型フィルタ回路42eに出力される。このとき、両受信アンテナ31a, 31bの誘起電圧V<sub>a</sub>, V<sub>b</sub>及び合成誘起電圧V<sub>ab</sub>の波形は図6に示すような形状になる。(Vcd合成)

【0028】一方、π型フィルタ回路42c, 42dに入力された誘起電圧V<sub>c</sub>, V<sub>d</sub>は、それぞれ両π型フィルタ回路42c, 42dを通過することにより1つの誘起電圧V<sub>cd</sub>に合成される。この誘起電圧V<sub>cd</sub>は前記接続点46を介してπ型フィルタ回路42fに出力される。このとき、両受信アンテナ31c, 31dの誘起電圧V<sub>c</sub>, V<sub>d</sub>及び合成誘起電圧V<sub>cd</sub>の波形は図6に示すような形状になる。(Vabcd合成)

【0029】両π型フィルタ回路42e, 42fに入力された誘起電圧V<sub>ab</sub>, V<sub>cd</sub>は、それぞれ両π型フィルタ回路42e, 42fを通過することにより1つの誘起電圧V<sub>abcd</sub>に合成される。この誘起電圧V<sub>abcd</sub>は前記電波受信器33に出力される。このとき、誘起電圧V<sub>abcd</sub>の波形は図6に示すような形状となる。尚、図6においては誘起電圧V<sub>ab</sub>の波形と誘起電圧V<sub>abcd</sub>の波形とが重なって示されている。

【0030】尚、本実施形態において、図6における誘起電圧V<sub>ab</sub>, V<sub>abcd</sub>及び誘起電圧V<sub>cd</sub>の波形は、本来、誘起電圧V<sub>a</sub>, V<sub>b</sub>及び誘起電圧V<sub>c</sub>, V<sub>d</sub>の波形にそれぞれ部分的に一致するが、説明の便宜上、誘起電圧V<sub>ab</sub>, V<sub>abcd</sub>及び誘起電圧V<sub>cd</sub>の波形を若干上方にずらして示す。以上のように、タイヤ13aの回転中、誘起電圧V<sub>a</sub>が電波受信器33の感度電圧未満になる間(図6におけるほぼ80°～100度、290°～300度の間)は誘起電圧V<sub>b</sub>～V<sub>d</sub>のうち最も電圧の高い誘起電圧V<sub>b</sub>が電波受信器33に出力されることにより補完される。

【0031】このため、一つの受信アンテナ31aだけでは拾いきれない電波が、他の受信アンテナ31b～31dにより補助的に拾われる。従って、電波受信器33の受信レベルが向上し、送信装置15aの送信アンテナ24から出力された電波は途切れることなく安定して電波受信器33に受信される。

【0032】前記電波受信器33に入力された電波は、電波受信器33にて増幅・復調され、搬送波、即ち電波と信号波、即ち空気圧信号及び送信器コードとが分離される。この分離された空気圧信号及び送信器コードは前記制御部34に出力される。制御部34に空気圧信号及

び送信器コードが入力されると、制御部34は送信装置15aの送信器コードと、予めメモリに記憶された各送信装置15a～15d毎の送信器コードとをそれぞれ比較する。そして、制御部34は送信器コードの一一致不一致により、どの送信装置15a～15dからのタイヤ空気圧信号かを判定する。この判定結果に基づいて、制御部34は各タイヤ13a～13d毎に空気圧が正常か否かの表示制御信号を前記表示装置18に出力する。本実施形態においては、送信装置15aの送信器コードが一致する。

【0033】表示装置18に所定の所定の制御信号が入力されると、同表示装置18はタイヤ空気圧情報、即ちタイヤ13a～13dの空気圧が正常か否かを示す旨の表示を行う。空気圧情報の表示は表示装置18に設けられたタイヤ13a～13d毎に対応した複数の発光ダイオード(図示略)の点灯又は消灯により行われる。本実施形態においては、タイヤ13aに対応する発光ダイオードが点灯又は消灯される。

【0034】以上のようにしてタイヤ13aの空気圧状態の監視が行われる。尚、前述したようにタイヤ13a～13dのタイヤ空気圧信号は所定時間毎にずらされて順次送信される。この後、タイヤ13a以外のタイヤ13b～13dの空気圧状態の監視は、送信されてきた順に前述のタイヤ13aの場合と同様にして行われる。ところで、図6に示すように、本実施形態においては、タイヤ13aから最も遠い位置にある受信アンテナ31cの誘起電圧V<sub>c</sub>は、電波受信器33の感度電圧未満の場合が多く、送信装置15aから出力された電波の受信はほぼ不可能となっている。このことから、左前タイヤ13b、左後タイヤ13c及び右後タイヤ13dの各送信装置15b, 15c, 15dから出力された電波は、それぞれ受信アンテナ31d, 31a, 31b単体では受信不可能であることが推察できる。

【0035】一方、受信アンテナ31a, 31bの誘起電圧V<sub>a</sub>, V<sub>b</sub>は合成回路41aを通過することによって誘起電圧V<sub>ab</sub>に合成される。この誘起電圧V<sub>ab</sub>の電圧は電波受信器33の感度電圧以上となっている。また、受信アンテナ31c, 31dの誘起電圧V<sub>c</sub>, V<sub>d</sub>は合成回路41bを通過することによって誘起電圧V<sub>cd</sub>に合成される。この誘起電圧V<sub>cd</sub>の電圧は電波受信器33の感度電圧以上となっている。即ち、誘起電圧V<sub>ab</sub>, V<sub>cd</sub>はそれぞれ電波受信器33により受信可能な電圧レベルとなっている。このため、受信アンテナ31a, 31b又は同受信アンテナ31a, 31bに比べて送信装置15aからの距離が遠い受信アンテナ31c, 31dは、それぞれ単独で右前タイヤ13aの送信装置15aから送信された電波が受信可能となる。

【0036】従って、本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

(1) 前記受信装置17には、各受信アンテナ31a

～31dの誘起電圧Va～Vdのうち最大電圧を選択的に出力する合成器32を備えた。このため、誘起電圧Vaが受信装置17の感度電圧よりも低くなるとき、この誘起電圧Vaは感度電圧よりも高い他の誘起電圧Vb～Vdによって補完される。従って、極端に誘起電圧Va～Vdが低くなる箇所が少なくなり、同誘起電圧Va～Vdの電圧を選択させることができる。

【0037】そして、誘起電圧Va～Vdの電圧が選択されることにより、受信したタイヤ空気圧信号の変動レベルが緩和され、受信アンテナ31a～31dの誘起電圧Va～Vdが電波受信器33の感度電圧を下回る割合を減少させることができる。即ち、受信装置17の受信レベルが向上し、送信装置15a～15dから送信されてきたタイヤ空気圧信号を安定して受信することができる。さらに、自動車11全体で見れば、受信アンテナ31a～31dの数を増大させることなく、受信装置17の受信性能を向上させることができる。

【0038】(2) 前記合成器32は、入力された2つの誘起電圧のうち大きい方の電圧を選択的に出力する2入力1出力の合成回路41a～41cを組み合わせることにより構成した。即ち、合成回路41a, 41bを並列に配置し、両合成回路41a, 41bの出力側を合成回路41cの入力側にそれぞれ接続することにより4入力1出力の合成回路を構成した。このため、合成器32に入力された誘起電圧Va～Vdは順次2つずつ補完し合い、最終的に1つの誘起電圧Vabcdがが出力される。従って、複数の誘起電圧Va～Vdがそれぞれ1対1で順番に比較合成され、高い確実性をもって複数の誘起電圧Va～Vdのうち最大値を選択的に出力することができる。

【0039】(3) 前記各合成回路41a～41cは、それぞれ複数のπ型フィルタ回路42a～42fを組み合わせることにより構成した。また、各π型フィルタ回路42a～42fは1つのコイルと2つのコンデンサ、即ち数個のインピーダンス素子のみで構成した。このため、部品点数を著しく増大させることができない。従って、合成回路41a～41cの構成を簡単にすることができる。また、製造コストを低減させることができる。さらに、部品点数が著しく増大することがないことにより、合成器32全体を小型化することができる。尚、前記実施形態は以下のように変更して実施してもよい。

【0040】・ 本実施形態においては、合成器32により複数の誘起電圧Va～Vdを1つの誘起電圧Vabcdnに合成したが、合成器32を単数又は複数のハイブリット（コンバイナー）を備えた回路に置き換えてよい。このようにしても、複数の入力信号を1つの出力信号に合成することができる。尚、ハイブリット（コンバイナー）とは複数の入力信号を1つの出力信号に合成する公知の構成となっている。

・ 本実施形態においては、合成器32を合成回路41

a～41cから構成し、各合成回路41a～41cをそれぞれπ型フィルタ回路42a～42fから構成したが、π型以外のフィルタ回路、例えばL型、K型及びT型フィルタ回路等により構成してもよい。この場合、各合成回路41a～41cの入力側から入力された2つの誘起電圧のうち大きい方の電圧が選択的に出力側から出力されるように、各合成回路41a～41cの入力側及び出力側のインピーダンスの整合を前述のL型、K型及びT型フィルタ回路それぞれ毎に別途行う。このようにしても、簡単な構成で複数の誘起電圧Va～Vdを合成することができる。

・ 本実施形態においては、表示装置18により運転者にタイヤ空気圧情報を報知したが、ブザー等による警報によってタイヤ空気圧異常を報知するように構成してもよい。また、各タイヤ13a～13dの空気圧情報を各タイヤ13a～13d毎にディスプレイ等に表示可能に構成してもよい。このようにしても、タイヤ空気圧の異常を運転者に表示することができる。尚、本実施形態において「表示」とは光及び文字等視覚で確認可能なもの以外に、警報音等聽覚にて確認可能なものも含む。

【0041】・ 本実施形態においては、受信アンテナ31a～31dを各タイヤ13a～13dに対応させて4つ設けたが、自動車11の車両サイズ、車両条件及び送信装置15a～15dから送信される電波の受信状態等によっては、受信アンテナ31a～31dの数を適宜増減させて構成してもよい。即ち、タイヤ空気圧監視装置12を四輪の自動車だけではなく、四輪以上のトラック、及び二輪のバイク等に設けてもよい。

・ 本実施形態において、合成器32は入力された誘起電圧Va～Vdのうち最大値を選択的に出力するように構成したが、各誘起電圧Va～Vdを単純に加算するように構成してもよい。このようにすれば、各誘起電圧Va～Vdの振幅が単純に加算、即ち増幅され、各受信アンテナ31a～31dの微弱な誘起電圧が受信装置17の感度電圧を越える程度に増幅される割合が高くなる。

・ 合成された両誘起電圧Vab, Vcdは電波受信器33の感度電圧以上となり、誘起電圧Vab, Vcdはそれぞれ電波受信器33により受信可能な電圧レベルとなっている。このため、受信アンテナ31a, 31b又は同受信アンテナ31a, 31bに比べて送信装置15aからの距離が遠い受信アンテナ31c, 31d単独で右前タイヤ13aの送信装置15aから送信された電波が受信可能となる。従って、4本の受信アンテナ31a～31dの誘起電圧Va～Vd全てを合成する必要がなく、受信アンテナ31a, 31b又は受信アンテナ31c, 31dを省略することもできる。

【0042】即ち、従来必要であった4本の受信アンテナ31a～31dを、受信アンテナ31a, 31b又は受信アンテナ31c, 31dの2本にすることができる。この場合、各2本の受信アンテナ31a, 31b又

は受信アンテナ31c, 31dの位置を、両受信アンテナ31a, 31b又は両受信アンテナ31c, 31dと各送信装置15a～15dの送信アンテナ24との間の距離が均等になるように配置する。このようにすれば、両受信アンテナ31a, 31b又は両受信アンテナ31c, 31dの誘起電圧が大きくなり、余裕を持って各送信装置15a～15dから出力される電波を受信することができる。また、受信アンテナ31a～31dの数を、例えば4本から2本に減らした場合、各受信アンテナ31a～31dの配線系のケーブルの本数が低減すると共に、同ケーブルの配線作業の手間を削減することができる。更に、受信アンテナ31a～31dの数を減らした場合、受信アンテナ31a～31dの構成自由度を向上させることができる。従って、タイヤ空気圧監視装置12において最適な受信アンテナ31a～31dの構築を容易に行うことができ、ひいてはタイヤ空気圧監視装置12の簡略化及び低コスト化を図ることができる。

【0043】次に、前記実施形態から把握できる請求項記載発明以外の技術的思想について、以下にそれらの効果と共に記載する。

- 各タイヤ(13a～13d)に設けられた送信手段(15a～15d)から送信されてくるタイヤ空気圧信号を複数の受信アンテナ(31a～31d)を介して受信するタイヤ空気圧監視装置(12)の受信装置(17)において、前記受信装置(17)には各受信アンテナ(31a～31d)に誘起される電圧(Va～Vd)のうち最大電圧を選択的に出力する誘起電圧選択検出手段(32)を設けた受信装置。このようにすれば、受信したタイヤ空気圧信号の変動レベルが緩和され、安定した受信レベルを得ることができる。

#### 【0044】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、誘起電圧が選択され、受信手段の受信が向上することにより、送信手段から送信されてきた信号を安定して受信するこ

とができる。請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の効果に加えて、各受信アンテナの誘起電圧は互いに補完し合うことにより、受信アンテナの誘起電圧が受信手段の感度電圧を下回る割合を減少させることができる。請求項3に記載の発明では、請求項2に記載の発明の効果に加えて、複数の誘起電圧がそれぞれ1対1で順番に比較合成されることにより、高い確実性をもって複数の誘起電圧のうち最大値を選択的に出力することができる。請求項4に記載の発明では、請求項3に記載の発明の効果に加えて、一般に、フィルタ回路は数個のインピーダンス素子のみで構成されることが多いことにより、2入力1出力の合成回路構成を簡単にすることができます。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態におけるタイヤ監視装置の構成図。

【図2】 本実施形態における送信装置の取付状態を示すタイヤの正面図。

【図3】 本実施形態における送信装置の構成図。

【図4】 本実施形態における受信装置の構成図。

【図5】 本実施形態における合成器の回路図。

【図6】 本実施形態における受信アンテナの誘起電圧変動を示すグラフ。

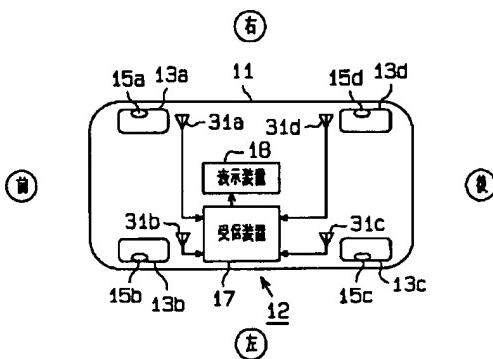
【図7】 従来の受信装置の構成図。

【図8】 従来のタイヤ監視装置の構成図。

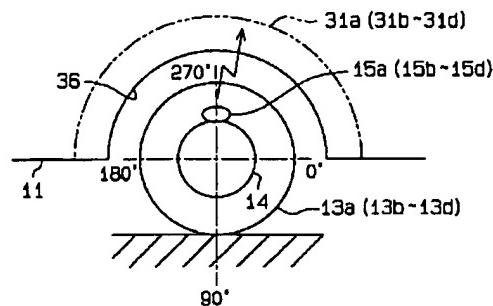
#### 【符号の説明】

11…自動車、(車両)、12…タイヤ空気圧監視装置、13a～13d…タイヤ、15a～15d…送信装置(送信手段)、17…受信装置(受信手段)、18…表示装置(表示手段)、21…空気圧センサ(圧力検出手段)、32…合成器(誘起電圧合成手段、誘起電圧選択検出手段)、31a～31d…受信アンテナ、41a～41c…合成回路、42a～42f…フィルタ回路。

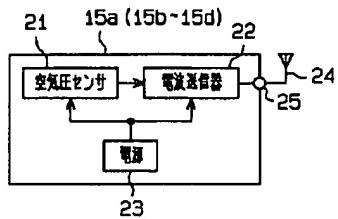
【図1】



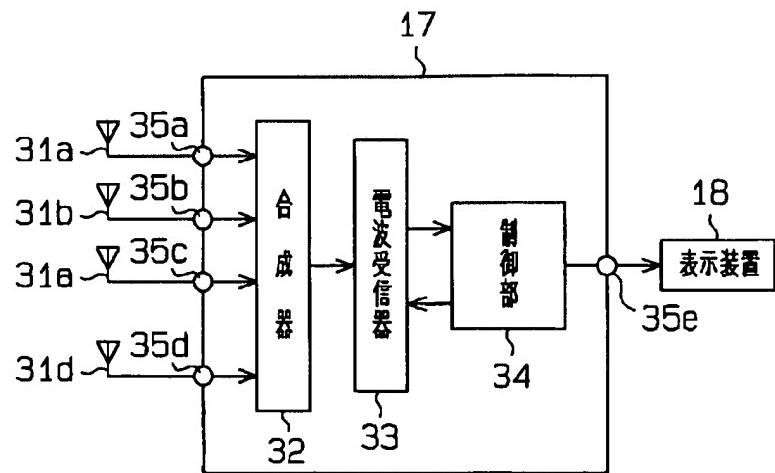
【図2】



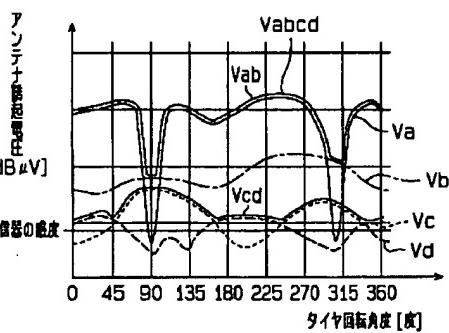
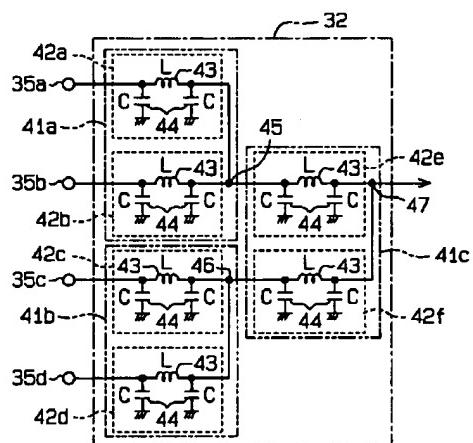
【図3】



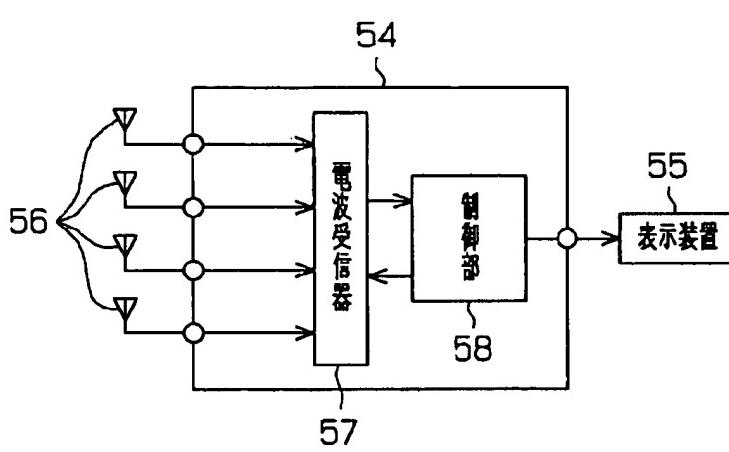
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

